



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑯ **DE 100 02 414 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 05 B 12/00**  
B 05 B 7/28  
F 16 N 7/34

21 Aktenzeichen: 100 02 414.9  
22 Anmeldetag: 21. 1. 2000  
43 Offenlegungstag: 9. 8. 2001

71 Anmelder:  
FESTO AG & Co., 73734 Esslingen, DE

74 Vertreter:  
Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter & Abel, 73730 Esslingen

72 Erfinder:  
Engler, Wolfgang, 73207 Plochingen, DE; Zindl, Manfred, 72768 Reutlingen, DE; Sonn, Michael, 73230 Kirchheim, DE; Berner, Michael, 73230 Kirchheim, DE

## ⑤6 Entgegenhaltungen:

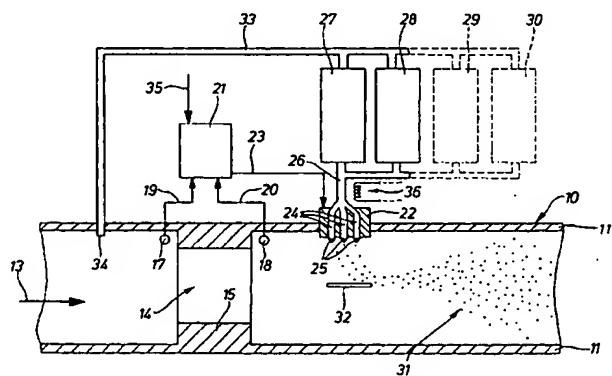
DE	24	20	050	B2
DE	197	07	400	A11
DE	195	32	566	A11
DE	195	07	978	A11
DE	44	24	785	A11
DE	42	03	807	A11
DE	29	35	657	A11
DE	26	18	362	A11
DE	15	00	561	A
AT-F			14	622

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## 54 Additivzerstäubungsvorrichtung

57 Die Erfindung betrifft eine Additivzerstäubungsvorrichtung, sowie weitere Einrichtungen und ein Verfahren zur Zerstäubung eines flüssigen Additivs, insbesondere eines Schmiermittels, in einem gasförmigen Druckmedium, insbesondere Druckluft, das einen Druckmedium-Strömungskanal (10) durchströmt. Dabei wird das Additiv von einem Einlass (26) eines Additiv-Durchlasskanals (24) zur Einspeisung des Additivs aus einer Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) zu einem in den Druckmedium-Strömungskanal (10) mündenden Auslass (25) gefördert. Eine Erfassungseinrichtung (17, 18) ermittelt mindestens eine physikalische Größe in dem Druckmedium-Strömungskanal (10) und meldet diese über eine Meldeeinrichtung (19, 20) an eine Steuereinrichtung (21). Die Steuereinrichtung (21) steuert in Abhängigkeit von der mindestens einen durch die Erfassungseinrichtung (17, 18) ermittelten physikalischen Größe eine Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) über einen Steueranschluss (23). Die Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) übt Druckimpulse auf das Additiv in dem mindestens einen Additiv-Durchlasskanal (24) aus, so dass Additiv-Tropfen an dem Auslass (25) ausgestoßen werden.



DE 10002414 A1

## Beschreibung

Die Erfinbung betrifft eine Additivzerstäubungsvorrichtung zur Zerstäubung eines flüssigen Additivs, insbesondere eines Schmiermittels, in einem gasförmigen Druckmedium, insbesondere Druckluft, mit mindestens einem Einspritzkopf, der mindestens einen Additiv-Durchlasskanal aufweist, der einen Einlass zur Einspeisung des Additivs aus einer Additiv-Versorgungseinrichtung aufweist und dessen Auslass in einen Druckmedium-Strömungskanal mündet, der von dem Druckmedium durchströmt wird.

Die Erfinbung betrifft ferner eine fluidtechnische Einrichtung, beispielsweise in Gestalt eines Ventils oder eines Antriebes, eine Aufbereitungseinrichtung, beispielsweise einen Öler, eine kartuschenartige Additiv-Versorgungseinrichtung für eine Additivzerstäubungsvorrichtung sowie ein Verfahren zur Zerstäubung eines flüssigen Additivs insbesondere eines Schmiermittels in einem gasförmigen Druckmedium.

In einem Pneumatiksystem, das durch Druckluft betrieben wird, werden die Pneumatikelemente des Systems durch einen oder mehrere sogenannte Druckluftöler mit Schmiermittel versorgt. Diese Schmiermittel müssen für einen geringen Verschleiß der beweglichen Teile sorgen, die Reibkräfte in den Elementen gering halten und die Geräte vor Korrosion schützen. Druckluftöler arbeiten meist nach dem Venturi-Prinzip. Dabei wird Druckluft über eine Engstelle eines Druckluftkanals geführt. Im Bereich der Engstelle befindet sich ein Auslass einer Kanüle, die in einen Behälter mit Öl oder einem sonstigen Additiv getaucht ist. Durch den Druckunterschied zwischen dem Druck vor der Engstelle und dem Druck an der engsten Stelle der Engstelle wird das Öl aus dem Behälter gesaugt und mit der Luft vermischt. Ein solcher Druckluftöler wird beispielsweise in dem Buch "Pneumatische Steuerungen" von Werner Depert und Kurt Stoll, 10. Auflage 1994, ISBN 3-8023-1549-9 auf den Seiten 43 und 44 beschrieben.

Problematisch an einem solchen Druckluftöler ist, dass der Druckluftöler erst dann zu arbeiten beginnt, wenn eine genügend große Strömung vorhanden ist. Bei zu kleiner Luftentnahme reicht die Strömungsgeschwindigkeit an der Düse nicht mehr aus, um einen ausreichenden Unterdruck zu erzeugen und damit Öl aus dem Behälter anzusaugen. Ferner ist man an die konstruktiv bedingte Ölfördercharakteristik, also die Ölfördermenge in Abhängigkeit vom Luftdurchfluss, des Gerätes gebunden, die nicht veränderlich ist. Eine den unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Pneumatikelemente anpassbare Öldosierung ist damit kaum möglich. Ein weiterer Nachteil solcher Druckluftöler ist die starke Temperaturabhängigkeit der Ölung bedingt durch die Viskositätsveränderung des Öls in Abhängigkeit der jeweiligen Temperatur.

Es ist daher Aufgabe der Erfinbung, Additiv, insbesondere Schmiermittel, in einem gasförmigen Druckmedium, insbesondere Druckluft möglichst optimal einstellbar zu verteilen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass dem Druckmedium-Strömungskanal eine Erfassungseinrichtung zur Ermittlung mindestens einer physikalischen Größe zugeordnet ist, die die Erfassungseinrichtung über eine Meldeeinrichtung an eine Steuereinrichtung melden kann, und dass in dem mindestens einen Additiv-Durchlasskanal eine Druckerzeugungsvorrichtung vorgeschen ist, mit der ein Druckimpuls auf das Additiv ausgeübt werden kann, so dass ein Additiv-Tropfen an dem Auslass ausgestoßen wird, und die über einen Steueranschluss durch die Steuereinrichtung in Abhängigkeit von der mindestens einen durch die Erfassungseinrichtung ermittelten physikalischen Größe steuerbar ist.

Die Aufgabe wird ferner gelöst durch eine fluidtechnische Einrichtung gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 15, durch eine Aufbereitungseinheit gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 17, durch eine kartuschenartige Additiv-Versorgungseinrichtung gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 18 sowie durch ein Verfahren gemäß der technischen Lehre des Anspruchs 19.

Erfindungsgemäß wird also Additiv nicht durch einen Mitnahmeeffekt der Druckluft zerstäubt, sondern durch Einspritzung mittels einer Druckerzeugungsvorrichtung. Diese Druckerzeugungsvorrichtung ist ansteuerbar durch eine Steuereinrichtung, die in Abhängigkeit einer physikalischen Größe, beispielsweise des momentanen Durchflusses des Druckmediums im Druckmedium-Strömungskanal oder der Konzentration des Additivs in dem Druckmedium, die Druckerzeugungsvorrichtung ansteuert. Dabei lässt sich mit geringem technischen Aufwand je nach Bedarf und reproduzierbar eine konstante Additivkonzentration in dem Druckmedium erzielen oder eine – auch kurzzeitig – stärkere oder schwächere Konzentration. Weiter kann durch Parametrierung der Steuereinrichtung oder durch eine sonstige, extern gegebene Vorgabe an die Steuereinrichtung die Schussfrequenz und/oder die Additiv-Tropfchengröße sehr genau eingestellt werden. Wenn während einer Betriebspause kein Durchfluss des Druckmediums im Druckmedium-Strömungskanal vorhanden ist, wird entsprechend kein Additiv in das Druckmedium eingespritzt.

Erfindungsgemäß aufgebaute und arbeitende Vorrichtungen weisen nur wenige störanfällige mechanische Komponenten auf. Durch die "aktive" Einspritzung des Additivs per Druckerzeugungsvorrichtungen wird ferner sofort und genau dosiert Additiv dem Druckmedium zugeführt und nicht erst wenn dieses durch eigenen Durchfluss, wie im Stand der Technik, Additiv "mitnimmt". Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen sprechen daher sehr schnell an und verursachen keine oder nur geringe Strömungsverluste des Druckmediums.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Für die Druckerzeugungsvorrichtung können insbesondere piezoelektrische, magnetostriktive, oder memory-metallische Elemente eingesetzt werden. Diese können beispielsweise in Form einer Membran oder Lamelle ausgebildet sein und einen Druckimpuls auf das Additiv in dem Additiv-Durchlasskanal ausüben. Kombinationen aus den vorgenannten Materialien sind ebenfalls möglich.

In einer bevorzugten Variante der Erfinbung enthält die Druckerzeugungsvorrichtung eine Lamelle aus den vorgenannten Materialien. Eine solche Lamelle ist dann beispielsweise in Form eines Biegewandlers ausgeführt, der das Additiv in Richtung des Auslasses fördert. Der Biegewandler kann so ausgebildet sein, dass er den Auslass in Ruhestellung verschließt. Der Biegewandler ist dazu entsprechend vorgespannt oder wird durch eine elektrische Ruhespannung, ein magnetisches Feld oder eine Konstanttemperatur in eine den Auslass verschließende Stellung gebracht.

Die Druckerzeugungsvorrichtung kann jedoch auch nach einem Verdampfungsprinzip arbeiten, bei dem entweder eine Dampfblase im Additiv oder in einer Arbeitsflüssigkeit, beispielsweise Wasser, durch ein impulsartig erhitztes Heizelement gebildet wird. Durch die Dampfblase wird dann das Additiv in Richtung des Auslasses gedrückt. Sofern eine Arbeitsflüssigkeit verwendet wird, ist diese beispielsweise durch eine Membran von dem Additiv in dem Additiv-Durchlasskanal getrennt. Auf die chemische sowie die physikalische Qualität des Additivs braucht dann hinsichtlich der Dampfblasenherzeugung keinerlei Rücksicht mehr genommen werden.

In einer weiteren Variante der Erfindung wird das Additiv durch Erwärmung – oder auch Abkühlung – derart eingestellt, dass es in den Additiv-Durchlasskanälen oder auch beim Einspritzen in das Druckmedium eine optimale Konsistenz aufweist. Zweckmäßigerweise wird das Additiv dabei im Bereich des jeweiligen Additiv-Durchlasskanals erhitzt, so dass die Druckerzeugungsvorrichtung eine optimale Wirkung entfaltet. Zur Erfassung und anschließenden Steuerung der Temperatur kann zusätzlich ein Sensor in dem jeweiligen Additiv-Durchlasskanal angeordnet sein. Es kann jedoch auch die gesamte Additivzerstäubungsvorrichtung insgesamt erwärmt oder abgekühlt werden. Zur Umgebung hin ist die Additivzerstäubungsvorrichtung dann vorzugsweise durch einen Isolationsmantel thermisch isoliert.

Das Additiv wird vorteilhafterweise aus kartuschenartigen, auswechselbaren Behältern zugeführt. Dabei können mehrere solche Behälter an eine gemeinsame Versorgungsleitung angeschlossen werden. Es ist jedoch auch möglich, dass ein solcher Behälter einen Einspritzkopf aufweist, der zusammen mit dem Behälter an die jeweilige Additivzerstäubungsvorrichtung angesetzt wird. Somit kann auch der Einspritzkopf, der einem gewissen Verschleiß durch das Additiv unterliegen oder der durch das Additiv zumindest teilweise verstopt werden kann, zusammen mit dem Behälter in sehr einfacher Weise ausgewechselt werden.

Zur Förderung des Additivs in den Additiv-Durchlasskanal wird die Additiv-Versorgungseinrichtung eingangsseitig in einer bevorzugten Variante der Erfindung mit dem Druckmedium aus dem Druckmedium-Strömungskanal beaufschlagt. Es ist jedoch auch möglich, dass das Additiv allein durch auf die Additiv-Versorgungseinrichtung wirkenden Umgebungsdruck aus der Versorgungseinrichtung in den Additiv-Durchlasskanal hineingefördert wird. Weiterhin kann der Additiv-Durchlasskanal auch zumindest in einem Teilbereich kapillar ausgebildet sein, so dass durch Kapillarwirkung Additiv aus der Additiv-Versorgungseinrichtung in den Additiv-Durchlasskanal gefördert wird.

Da die Additivzerstäubungsvorrichtung sehr kompakt ausgeführt sein kann, ist es auch möglich, sie direkt in eine fluidtechnische Einrichtung beispielsweise in Gestalt eines Ventils oder eines Antriebs, einzubauen. Sie kann jedoch auch in eine Aufbereitungseinheit, beispielsweise in einen Öler für ein Pneumatiksystem, eingebaut sein.

Insbesondere dann, wenn die Steuereinrichtung nur wenige Bauelemente aufweist, beispielsweise einen kleinen Mikrocontroller oder einige wenige analoge elektrische Reglerkomponenten enthält, kann auch die Steuereinrichtung direkt in die Additivzerstäubungsvorrichtung oder in eine die Additivzerstäubungsvorrichtung enthaltende Baugruppe integriert sein. Es ist jedoch auch möglich, dass die Steuereinrichtung zentral, beispielsweise durch einen Mikroprozessor-Steuerung, gebildet wird, die mehrere Additivzerstäubungsvorrichtungen ansteuert. Es kann auch jeweils einer Additivzerstäubungsvorrichtung ein kleiner, diese steuernder Mikroprozessor zugeordnet sein, der durch eine übergeordnete Steuerung z. B. über einen Feldbus gesteuert wird. An dieser übergeordneten Steuerung kann dann beispielsweise die Additivkonzentration im Druckmedium genau vorgegeben und eine aktuell vorhandene Additivkonzentration z. B. über ein Display kontrolliert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes, schematisiertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Additivzerstäubungsvorrichtung,

Fig. 2A einen Additiv-Durchlasskanal in Form einer Kammer mit einer Lamelle als Aktor,

Fig. 2B den Additiv-Durchlasskanal aus Fig. 2A, wobei die Lamelle Auslassöffnungen des Additiv-Durchlasskanals

verschließt,

Fig. 3 einen Additiv-Durchlasskanal in Form einer Kapillare mit einem Heizelement,

Fig. 4 ein schematisiertes Ausführungsbeispiel eines Einspritzkopfes mit einer angeschlossenen Kartusche sowie

Fig. 5 ein dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 ähnliches Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Additivzerstäubungsvorrichtung, jedoch mit separaten Additiv-Versorgungseinrichtungen, jeweils ausgestattet mit einem Einspritzkopf.

Fig. 1 zeigt eine Additivzerstäubungsvorrichtung mit einem Druckmedium-Strömungskanal 10, der durch eine Wandung 11 begrenzt ist. Der Druckmedium-Strömungskanal 10 wird in Pfeilrichtung 13 von einem gasförmigen Druckmedium, insbesondere Druckluft durchströmt. Der Druckmedium-Strömungskanal ist beispielsweise Bestandteil eines Wartungsgerätes für pneumatische Systeme, beispielsweise ein Öler, oder Teil einer fluidtechnischen Einrichtung, beispielsweise in Gestalt eines Ventils oder eines Antriebes. Das Druckmedium strömt dann in Pfeilrichtung 13 zu einem oder mehreren solchen Ventilen oder Antrieben.

Der Druckmedium-Strömungskanal 10 weist eine Engstelle 14 auf, die durch eine blendenartige Ausbuchtung 15 gebildet wird, die sich an der Wandung 11 befindet. Bedingt durch die Engstelle 14 entsteht ein Druckgefälle in dem Strömungskanal 10, das durch eine Erfassungseinrichtung bildende Druck-Sensoren 17 und 18 gemessen wird. Die Sensoren 17 und 18 sind durch jeweils eine Verbindung 19 bzw. 20 mit einer Steuereinrichtung 21 verbunden. Die Verbindungen 19 und 20 sind Meldeeinrichtungen und können beispielsweise Leitungs-, Funk- oder auch Infrarot-Verbindungen sein. Die Steuereinrichtung 21 ist beispielsweise ein Mikroprozessor oder auch eine analoge Regeleinrichtung.

Anhand der Druckdifferenz, die zwischen den Sensoren 17 und 18 gemessen wird, kann die Steuereinrichtung 21 ermitteln, wie stark der momentane Durchfluss des Druckmediums durch den Druckmedium-Strömungskanal 10 ist. Anstatt der Druck-Sensoren 17 und 18 könnte zur Durchflusserfassung beispielsweise auch ein durch das Druckmedium angetriebener elektrischer Generator oder ein Heizdrahtelement in dem Druckmedium-Strömungskanal 10 angeordnet sein.

Die Steuereinrichtung 21 ist weiter mit einem Einspritzkopf 22 über eine Verbindung 23 verbunden. Wie die Verbindungen 19 und 20 kann auch die Verbindung 23 eine Leitungs-, Funk- oder Infrarot-Verbindung sein. Der Einspritzkopf 22 weist im konkreten Anwendungsfalls drei parallele Additiv-Durchlasskanäle 24 auf. Es ist jedoch auch möglich, dass der Einspritzkopf 22 nur einen Additiv-Durchlasskanal oder eine Vielzahl von Additiv-Durchlasskanälen aufweist. In Richtung des Strömungskanals 10 weisen die Additiv-Durchlasskanäle 24 jeweils einen Auslass 25 auf. Einangsseitig sind die Additiv-Durchlasskanäle 24 an eine Versorgungsleitung 26 angeschlossen, die zu Additiv-Versorgungsbehältern 27, 28, 29 und 30 führt. Die Versorgungsbehälter sind vorzugsweise als auswechselbare Kartuschen ausgeführt, und können auf die Versorgungsleitung 26 durch an dieser angebrachte, in Fig. 1 nicht dargestellte Flansche aufgesteckt oder aufgeschraubt werden. Aus den Versorgungsbehältern 27 bis 30 gelangt Additiv, z. B. Öl, über die Versorgungsleitung 26 in die Additiv-Durchlasskanäle 24. Anstatt der Versorgungsbehälter 27 bis 30 kann auch eine zentrale Additiv-Versorgungseinrichtung vorgesehen sein, die neben der in Fig. 1 dargestellten Additivzerstäubungsvorrichtung auch weitere Additivzerstäubungsvorrichtungen mit Additiv versorgt.

In den Additiv-Durchlasskanälen 24 befinden sich jeweils

Druckerzeugungsvorrichtungen, die anhand der Fig. 2A, 2B und 3 noch näher erläutert werden. Durch die Druckerzeugungsvorrichtungen wird jeweils ein Druckimpuls auf das Additiv im jeweiligen Additiv-Durchlasskanal 24 ausgeübt, so dass pro Druckimpuls ein Additiv-Tropfen an dem jeweiligen Auslass 25 in den Druckmedium-Strömungskanal 10 ausgestoßen wird. Die Additiv-Tropfen sind in der Zeichnung mit einem Sammelindex 31 versehen. Nach Austreten aus den Auslässen 25 werden die Additiv-Tropfen 31 durch eine Umlenkeinrichtung, die in Fig. 1 eine Umlenplatte 32 ist, im Druckmedium-Strömungskanal 10 in Pfeilrichtung 13 umgelenkt, und in dem Druckmedium verteilt.

Über eine Versorgungsleitung 33, in die über eine Öffnung 34 Druckmedium eintritt, sind die Additiv-Versorgungsbehälter 27 bis 30 mit Druckmedium beaufschlagt, so dass Additiv aus den Versorgungsbehältern 27 bis 30 heraus in die Versorgungsleitung 26 und damit in die Additiv-Durchlasskanäle 24 gedrückt wird. Eine solche Anordnung zur Versorgung mit Additiv kann auch als quasi-isobar bezeichnet werden, da die Druckverhältnisse in dem Strömungskanal 10 sich unmittelbar auf die Additiv-Versorgung auswirken. Es ist auch möglich, dass in der Versorgungsleitung 33 ein Druckminderer angebracht ist. Weiter ist es möglich, dass die Versorgungsleitung 33 nicht in den Strömungskanal 10 mündet, sondern zur Umgebung hin geöffnet ist, so dass durch Umgebungsdruck Additiv in die Versorgungsleitung 26 aus den Versorgungsbehältern 27 bis 30 heraus gedrückt wird.

Die Druckerzeugungsvorrichtungen in den Additiv-Durchlasskanälen 24 werden durch die Steuereinrichtung 21 über die Verbindung 23 und innerhalb des Einspritzkopfes 22 befindliche, nicht dargestellte Verbindungen gesteuert. Als Eingangsgröße für die Ansteuerung der Druckerzeugungsvorrichtungen wertet die Steuereinrichtung 21 die von den Sensoren 17 und 18 gelieferten Messergebnisse aus. Wenn die Sensoren 17 und 18 beispielsweise Drucksensoren sind, so entsteht bei Durchströmen des Strömungskanals 10 mit Druckmedium ein Druckgefälle zwischen diesen Sensoren, aus dem die Steuereinrichtung 21 auf den momentanen Durchfluss im Druckmedium-Strömungskanal 10 schließt. Ist der Durchfluss groß, so ist auch der Bedarf an einzuspritzendem Additiv in den Strömungskanal 10 groß und die Steuereinrichtung 21 steuert die Druckerzeugungsvorrichtungen in den Additiv-Durchlasskanälen 24 derart an, dass diese zahlreiche Additiv-Tropfen in den Strömungskanal 10 einspritzen. Dabci legt die Steuereinrichtung 21 beispielsweise hochfrequente Spannungsimpulse die Druckerzeugungsvorrichtung an.

Es ist auch möglich, dass die Steuereinrichtung 21 durch eine übergeordnete Steuerung, dargestellt durch einen Pfeil 35, dazu angewiesen wird, eine bestimmte Additivkonzentration in dem Strömungskanal 10 herbeizuführen. Ferner ist es auch möglich, dass in dem Einspritzkopf 22 eine lokale Substeuerung integriert ist, die die jeweiligen Druckerzeugungsvorrichtungen lokal ansteuert in Abhängigkeit von Befehlen, die von der Steuereinrichtung 21 gegeben werden.

Fig. 1 zeigt weiter eine Heizung 36, die in Form einer Heizschlange schematisiert dargestellt ist. In dem Beispiel aus Fig. 1 wirkt die Heizschlange auf die Versorgungsleitung 26 und heizt das Additiv in der Versorgungsleitung 26 auf, so dass eine bestimmte, in den Additiv-Durchlasskanälen 24 oder in den Strömungskanal 10 gewünschte Viskosität des Additivs einstellbar ist. Es ist auch möglich, dass zusätzlich zu der Heizung 36 oder anstatt derer eine Kühlvorrichtung an der Versorgungsleitung 26 angebracht ist, um die Temperatur des Additivs in der Versorgungsleitung abzusenken und so eine bestimmte Viskosität des Additivs herbeizuführen.

Weiter kann die Heizung oder auch die Kühlvorrichtung 36 unmittelbar im Einspritzkopf 21 und dort vorzugsweise im Bereich der Additiv-Durchlasskanäle 24 angeordnet sein, so dass in der Nähe der Auslässe 25 die gewünschte Viskosität des Additivs einstellbar ist. Vorzugsweise sind dann im Bereich der Additiv-Durchlasskanäle, möglichst in der Nähe der Auslässe 25, Temperatursensoren vorgesehen, die ein Einregeln einer gewünschten Temperatur ermöglichen. Die Heizung bzw. Kühlung 36 kann durch die Steuereinrichtung 21 angesteuert werden. Ebenfalls können die Temperatursensoren im Bereich des Einspritzkopfes 22 mit der Steuereinrichtung 21 verbunden sein. Vorzugsweise ist der Einspritzkopf 22 oder gar die gesamte, in Fig. 1 dargestellte Additivzerstäubungseinrichtung in ein nach außen hin thermisch isolierendes Gehäuse eingebaut.

Anhand der Fig. 2A und 2B wird im Folgenden eine beispielhafte Ausführung eines Additiv-Durchlasskanals dargestellt, beispielsweise eines Additiv-Durchlasskanals 24 des Einspritzkopfes 22 aus Fig. 1. In den Fig. 2A und 2B ist 20 der Additiv-Durchlasskanal 24 in Form einer Kammer dargestellt, die durch jeweils im Querschnitt L-förmige Wandungsbereiche 37, 38, 39 und 40 gebildet wird. Zwischen den Wandungsbereichen 37 und 38 befindet sich ein Einlass 41, durch den Additiv aus einer nicht dargestellten Additiv-Versorgungsleitung, beispielsweise der Versorgungsleitung 26, in den Additiv-Durchlasskanal 24 gelangt. Durch die Wandungsbereiche 37 und 40 wird ein Überlauf 42 begrenzt, durch den überschüssiges Additiv aus dem Additiv-Durchlasskanal 24 in einen nicht dargestellten Überlaufbereich 30 ausströmen kann.

Durch die Wandungsbereiche 38 und 39 wird eine Lamelle 43 gehalten, die zweischichtig aus piezoelektrischem Material aufgebaut ist.

Die Lamelle 43 weist Kontakte 44 und 45 auf, an die eine 35 elektrische Spannung angelegt werden kann, beispielsweise durch die Steuereinrichtung 21. Wird eine solche elektrische Spannung angelegt, so verformt sich die Lamelle 43. Zwischen den Wandungsbereichen 39 und 40 befindet sich der Auslass 25, in dem Ausführungsbeispiel aus den Fig. 2A und 2B in Form eines Düsenfeldes mit mehreren eng beieinanderliegenden Auslassöffnungen. Nach hinten sowie nach vorne hin, also im Bereich einer hinter der Zeichenebene liegenden Ebene sowie vor der Zeichenebene liegenden Ebene wird der Additiv-Durchlasskanal 24 durch in den Fig. 2A und 2B nicht dargestellte Wandungen begrenzt. Es ist auch möglich, dass mehrere Additiv-Durchlasskanäle 24 hintereinander angeordnet sind, durch einen gemeinsamen Einlass 41 mit Additiv versorgt werden und einen gemeinsamen Überlauf 42 aufwiesen, wobei jeweils eine Lamelle 43 auf 50 einen Auslass 25 mit jeweils einem Düsenfeld wirkt.

Wird eine Spannung an den Kontakten 44 und 45 angelegt, so bewegt sich die Lamelle 43 von dem düsenfeldartigen Auslass 25 weg. Der dann unter der Lamelle entstehende Raum füllt sich mit Additiv. Damit das Additiv nicht 55 den einfacheren Weg zurück durch den Einlass 41 oder den Überlauf 42 nehmen kann, sind dort nicht dargestellte Drosselstellen ausgeführt. Danach werden die Kontakte 44 und 45 kurzgeschlossen, so dass die Lamelle 43 wieder in ihre Ausgangslage zurückschwingt und dabei Additiv durch den Auslass drückt. Ein solcher Zustand ist in Fig. 2B dargestellt. An den Auslassöffnungen des Auslasses 25 bilden sich dabei kleine Additiv-Tröpfchen, die sich im Druckmedium des Strömungskanals 10, der in Fig. 2A und 2B nicht 60 dargestellt ist, verteilen. Durch jeweils kurzzeitiges Anlegen 65 von Spannung an die Kontakte 44 und 45 sowie durch nachfolgendes kurzzeitiges Kurzschließen der Kontakte führt die Lamelle 43 eine paddelartige Schwingbewegung in Bezug auf den Auslass 25 durch, so dass in Abhängigkeit von der

Spannungsfrequenz und -höhe an den Kontakten 44 und 45 feinste Additiv-Tröpfchen an dem Auslass 25 gebildet und in den Druckmedium-Strömungskanal 10 eingespritzt werden.

Wie oben dargestellt, kann die Lamelle 43 durch Anlegen einer Spannung an den Kontakten 44 und 45 aus der in Fig. 2A dargestellten Lage von dem Auslass 25 weg oder zu diesem hin bewegt werden. Dazu eignet sich beispielsweise ein Spannungsrechteckimpuls, bei dessen ansteigender Flanke die Lamelle von dem Auslass 25 weg bewegt wird, bei dessen Konstantphase die Lamelle kurzzeitig in von dem Auslass 25 abgewandter Stellung gehalten wird und bei dessen abfallender Flanke die Lamelle hin zu dem Auslass 25 schwingt. Das Rechteck-Grundsignal des Spannungsimpulses kann zur Dosierung des Additivs am Auslass 25 folgendermaßen modifiziert werden:

- pulsierender Betrieb: "Pakete" gleichartiger Spannungs-Rechteckimpulse, die in gleicher Frequenz erzeugt werden, werden an die Lamelle 43 angelegt. Durch Veränderung der Anzahl der Spannungs-Rechteckimpulse eines Pakets oder der Pausenzeit zwischen den jeweiligen Paketen kann die durch den Auslass 25 tretende Additivmenge gesteuert werden.
- Pulsbreitenmodulation: die Additiv-Dosierung am Auslass 25 wird durch Verändern der Breite der Spannungs-Rechteckimpulse gesteuert. Ebenfalls kann die Pausenzeit zwischen zwei Spannungs-Rechteckimpulsen verändert werden. Modulationsformen, bei denen sowohl die Breiten der Spannungs-Rechteckimpulse als auch die Pausen zwischen diesen verändert werden, sind ebenfalls möglich.
- Amplitudenmodulation: Bei Amplitudenmodulation weisen die Rechteck-Spannungsimpulse jeweils gleiche Breite auf und werden in gleicher Frequenz erzeugt, jedoch wird die Spannungshöhe der Rechteck-Spannungsimpulse verändert. Analog ändert sich dann die Auslenkung der Lamelle 43 bezüglich des Auslasses 25 und damit die aus dem Auslass 25 ausgespritzte Additivmenge.

Mischformen zwischen den oben genannten Modulationen sowie dem pulsierenden Betrieb sind genauso wie andere Formen der Beeinflussung der Rechteck-Spannungsimpulse möglich.

Um ein Nachlaufen des Additivs durch den Auslass 25 auch bei abgeschalteter Additivverstäubungsvorrichtung zu verhindern, kann es erforderlich sein, den Auslass 25 bei Nichtbetrieb abzudichten. Dies kann erreicht werden, indem die Lamelle 43 auf der dem Auslass 25 zugewandten Seite mit einem geeigneten Dichtmaterial beschichtet wird, und die Lamelle 43 entsprechend vorgespannt auf dem Auslass 25 aufliegt. Wegen Bruchgefahr der Lamelle 43 sollte diese jedoch bei der Ausstoßbewegung zum Auslass 25 hin nicht auf diesen aufschlagen.

Ein Aufschlagen kann folgendermaßen verhindert werden: Die Lamelle 43 hat in ihrer Ruhelage einen Abstand von dem Auslass 25, so dass die Lamelle 43 ein wenig über die Ruhelage hinaus überschwingen kann. Fig. 2A zeigt die Lamelle 43 in Ruhelage. Zum Abdichten des Auslasses 25 muss dann eine negative Spannung an den Kontakten 44 und 45 angelegt werden, die die Lamelle 43 zum Auslass 25 hin auslenkt bis diese aufliegt. Dieser Zustand ist in Fig. 2B dargestellt. Alternativ kann die Lamelle 43 auch mechanisch vorgespannt sein, so dass sie, wie in Fig. 2B dargestellt, auf dem Auslass 25 in Ruhelage aufliegt. Die Lamelle 43 muss deshalb mit einer Offsetspannung betrieben werden, die ein Aufschlagen der Lamelle 43 auf den Auslass 25 im Betrieb

verhindert. Die Mittelstellung der Schwingungsbewegung ist dabei von dem Auslass 25 abgehoben.

Wie aus den Fig. 2A und 2B ersichtlich, kann der Additiv-Durchlasskanal 24 sowie ein Einspritzkopf, der einen solchen Additiv-Durchlasskanal enthält, sehr kompakt aufgebaut sein, nämlich im Größenbereich von Mikrometern. Dadurch ist es möglich, den Additiv-Durchlasskanal 24 direkt in eine fluidtechnische Einrichtung, beispielsweise einen Pneumatikzylinder direkt einzubauen. So kann beispielsweise dem Pneumatikzylinder gezielt immer zu Beginn seines Arbeitshubes Additiv zugeführt werden. Selbst ein Einbau in eine Mikroventil-Anordnung ist ohne Weiteres möglich.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Additiv-Durchlasskanals 24 und einer Druckerzeugungsvorrichtung. In Fig. 3 ist der Additiv-Durchlasskanal 24 ein langgestreckter, vorzugsweise kapillarer Kanal, aus dem aus Richtung 46 Additiv, beispielsweise aus der Versorgungsleitung 26 zugeführt wird. Im Additiv-Durchlasskanal 24 befindet sich ein Heizwiderstand 47 an den über die aus den Fig. 2A und 2B bekannte Kontakte 44 und 45 durch die Steuereinrichtung 21 Spannungs-Rechteckimpulse angelegt werden können.

Durch einen solchen Spannungs-Rechteckimpuls heizt sich der Widerstand 47 kurzzeitig derart auf, dass in dem Additiv eine Dampfblase 48 gebildet wird, so dass in Richtung 49 ein Additiv-Tropfen 50 aus dem Auslass 25 ausgestoßen wird. Bei abfallender Flanke eines Spannungs-Rechteckimpulses sowie bei der Ruhephase kühlt der Widerstand 47 wieder ab, so dass die Dampfblase 48 wieder in das in dem Additiv-Durchlasskanal 24 befindliche Additiv rekondensiert. Dabei wird Additiv durch den Kapillareffekt des Additiv-Durchlasskanals 24 aus Richtung 46 in den Additiv-Durchlasskanal 24 gezogen.

Es ist auch möglich, dass sich über dem Heizwiderstand 47 eine Arbeitsflüssigkeit befindet, beispielsweise Wasser, das durch eine Membran über dem Heizwiderstand 47 gehalten wird. Wird das Wasser kurzzeitig durch den Heizwiderstand 47 erwärmt, bildet sich eine Dampfblase, die die Membran ausdehnt und zum Ausstoß des Additiv-Tropfens 50 führt. Auf die physikalischen Eigenschaften des Additivs bracht in diesem Fall keine Rücksicht genommen zu werden, da die Dampfblasenerzeugung nur von der Qualität der Arbeitsflüssigkeit abhängt. Ferner kann der Heizwiderstand 47 nicht durch chemische oder physikalische Einwirkung des Additivs beschädigt werden.

Fig. 4 zeigt den Einspritzkopf 22 direkt, also ohne eine zwischengeschaltete Versorgungsleitung 26, verbunden mit einem kutschartenartigen Versorgungsbehälter 51, der mit Additiv gefüllt ist. Ein Einlass 52 eines Additiv-Versorgungskanals 53 mündet in den Versorgungsbehälter 51 und versorgt in dem Beispiel aus Fig. 4 drei parallel im Einspritzkopf 22 schräg angeordnete Additiv-Durchlasskanäle 24. Auslässe 25 der Additiv-Durchlasskanäle 24 münden in einen in der Figur nicht dargestellten Druckmedium-Strömungskanal. Der Einspritzkopf 22 kann entweder fest, z. B. durch Verklebung, mit dem Behälter 51 verbunden sein oder lösbar, beispielsweise durch eine Schraub- oder Bajonettverbindung.

In den Additiv-Durchlasskanälen 24 ist jeweils ein Heizwiderstand 47, wie aus Fig. 3 bekannt, angeordnet, mit dem eine Dampfblase in den jeweiligen Additiv-Durchlasskanälen 24 erzeugt werden kann. Alternativ können jedoch auch jeweils piezoelektrische, magnetostriktive oder memorymetallische Lamellen oder Membranen, wie aus den Fig. 2A und 2B bekannt, in den jeweiligen Additiv-Durchlasskanälen 24 als Druckerzeugungsvorrichtungen angeordnet sein. Von den Heizwiderständen 47 führen Verbindungsleitungen

54 zu Kontakten 55, an die beispielsweise die Verbindungsleitung 23 zur Steuereinrichtung 21 angeschlossen werden kann. Der Einspritzkopf 22 ist über ein Gewinde 56 in eine Wandung eines Druckmedium-Strömungskanals einschraubar, z. B. in die Wandung 11 des Druckmedium-Strömungskanals 10. Alternativ wäre auch beispielsweise eine Steck-, Rast- oder Bajonettverbindung möglich. Weiter weist der Einspritzkopf 22 einen Messaufnehmer 57 auf, der über eine Verbindungsleitung 58 mit einem Kontakt 59 verbunden ist. Mit dem Messaufnehmer 57 kann beispielsweise Druck oder Temperatur im jeweiligen Druckmedium-Strömungskanal gemessen werden. Über den Kontakt 59 kann der Messaufnehmer 57 mit der Steuereinrichtung 21 verbunden werden.

Fig. 5 zeigt im Wesentlichen die aus Fig. 1 bereits bekannte Additivzerstäubungsvorrichtung, jedoch sind anstatt der Versorgungsbehälter 27 bis 30 zwei der aus Fig. 4 bekannten kartuschenartigen, mit jeweils einem Einspritzkopf 22a bzw. 22b versehenen Behälter 51a und 51b an dem Strömungskanal 10 angeordnet. Die Einspritzköpfe 22a und 22b sind jeweils stark vereinfacht dargestellt und weisen nur je einen Additiv-Durchlasskanal 24 auf. In beiden Additiv-Durchlasskanälen befinden sich nicht näher bezeichnete Heizwiderstände oder Lamellen zur Erzeugung von Druckimpulsen. Die Druckerzeugungsvorrichtungen werden jeweils über eine Verbindung 60 bzw. 61 durch die Steuereinrichtung 21 angesteuert.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, ist nur der Einspritzkopf 22a in Betrieb und spritzt Additiv in den Strömungskanal 10 ein. Der Einspritzkopf 22b befindet sich im Stand-by-Betrieb und kann durch die Steuerung 21 bei höherem Additivbedarf im Strömungskanal 10 zugeschaltet werden. Auf diese Weise ist es auch sehr einfach möglich, jeweils eine der Kartuschen 51a oder 51b in nicht aktivem Zustand alleine oder zusammen mit dem jeweiligen Einspritzkopf 22a bzw. 22b auszutauschen und auf diese Weise verbrauchtes Additiv zu ersetzen.

Durch die Schrägstellung der Strömungskanäle 24a und 24b kann die aus Fig. 1 bekannte Umlenkplatte 32 entfallen. Es ist auch möglich, dass das Additiv senkrecht zur Strömungsrichtung 13 des Druckmediums eingespritzt wird und allein durch die Strömung des Druckmediums umgelenkt und gleichmäßig im Strömungskanal 10 verteilt wird.

Im Strömungskanal 10 ist ferner ein Sensor 62 angebracht, der über eine Verbindung 63 Messwerte an die Steuereinrichtung 21 meldet. Beispielsweise kann sich an dem Sensor 62 Additiv niederschlagen, so dass sich die elektrische Leitfähigkeit an der Oberfläche des Sensors 62 verändert. Diesen Oberflächenwiderstand kann der Sensor 62 messen und an die Steuereinrichtung 21 melden. Diese ermittelt dann aus dem jeweiligen Widerstandswert die jeweils momentan im Strömungskanal 10 vorhandene Additivkonzentration. Die Steuereinrichtung 21 kann somit die Druckerzeugungsvorrichtungen so ansteuern, dass sich eine gleichmäßige Additivkonzentration im Strömungskanal 10 ergibt.

Der Steuereinrichtung 21 kann auch von einer externen Steuerung z. B. über eine Feldbusverbindung oder durch entsprechende Parametrierung ein Sollwert für die Additivkonzentration vorgegeben werden. Zusätzlich oder alternativ kann die Steuereinrichtung 21 auch den mittels der Sensoren 17 und 18 ermittelten Durchfluss des Druckmediums im Strömungskanal 10 zu einer geeigneten Ansteuerung der Druckerzeugungsvorrichtungen in den Einspritzköpfen 22a und 22b auswerten. Der Sensor 62 oder der aus Fig. 4 bekannte Messaufnehmer 57 können auch die momentan im Strömungskanal 10 vorhandene Temperatur messen, in deren Abhängigkeit die Steuereinrichtung 21 dann die Druck-

erzeugungsvorrichtungen ansteuert.

#### Patentansprüche

1. Additivzerstäubungsvorrichtung zur Zerstäubung eines flüssigen Additivs, insbesondere eines Schmiermittels, in einem gasförmigen Druckmedium, insbesondere Druckluft, mit mindestens einem Additiv-Durchlasskanal (24), der einen Einlass (26) zur Einspeisung des Additivs aus einer Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) aufweist und dessen Auslass (25) in einen Druckmedium-Strömungskanal (10) mündet, der von dem Druckmedium durchströmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Druckmedium-Strömungskanal (10) eine Erfassungseinrichtung (17, 18) zur Ermittlung mindestens einer physikalischen Größe zugeordnet ist, die die Erfassungseinrichtung (17, 18) über eine Meldeeinrichtung (19, 20) an eine Steuereinrichtung (21) melden kann, und dass in dem mindestens einen Additiv-Durchlasskanal (24) eine Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) vorgesehen ist, mit der ein Druckimpuls auf das Additiv ausgeübt werden kann, so dass ein Additiv-Tropfen an dem Auslass (25) ausgestoßen wird, und die durch die Steuereinrichtung (21) in Abhängigkeit von der mindestens einen durch die Erfassungseinrichtung (17, 18) ermittelten physikalischen Größe steuerbar ist.
2. Additivzerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) zumindest ein piezo-elektrisches und/oder magnetostriktives und/oder memory-metallisches Element (43) und/oder ein das Additiv oder eine separate Arbeitsflüssigkeit verdampfendes Heizelement (47) zur Erzeugung des Druckimpulses enthält.
3. Additivzerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (17, 18) als mindestens eine physikalische Größe den momentanen Durchfluss des Druckmediums durch den Druckmedium-Strömungskanal (10) ermittelt.
4. Additivzerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtung (17, 18) als mindestens eine physikalische Größe die Konzentration des Additivs in dem Druckmedium ermittelt.
5. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Heizvorrichtung und/oder Kühlvorrichtung (36) vorgesehen ist, die das Additiv, zweckmäßigerweise zumindest in einem Abschnitt des Additiv-Durchlasskanals (24), zur Viskositätskonditionierung temperiert.
6. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) als Bestandteil der Additivzerstäubungsvorrichtung ausgebildet ist und zumindest einen lösbar, einen zur Aufnahme eines Additivvorrates vorgesehenen kartuschenartigen Behälter (27, 28) aufweist.
7. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Additiv-Durchlasskanal (24) in einem Einspritzkopf (22) ausgebildet ist, der eine Anschlusspartie für zumindest einen lösbar, zur Aufnahme eines Additivvorrates vorgesehenen kartuschenartigen Behälter (51) aufweist, die mit dem mindestens einen Einlass (26) des Additiv-Durchlasskanals (24) in Verbindung steht.
8. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie

eine Verbindungsleitung (33) zu dem Druckmedium-Strömungskanal (10) aufweist, über die die Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) derart mit dem Druckmedium beaufschlagt werden kann, dass das Additiv aus der Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) heraus einen Druck in Richtung des Additiv-Durchlasskanals (24) erfährt.

9. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Additiv-Durchlasskanal (24) zumindest in einem Teilbereich kapillar ausgebildet ist, so dass nach Ausstoß eines Additiv-Tropfens (50) aus dem Auslass (25) durch Kapillarwirkung Additiv aus der Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) in den Additiv-Durchlasskanal (24) gefördert wird.

10. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Additiv-Durchlasskanal (24) als Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) zumindest eine piezo-elektrisch und/oder magnetostriktiv und/oder memory-metallisch betätigbare Lamelle (43) vorgesehen ist.

11. Additivzerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine piezoelektrisch und/oder magnetostriktiv und/oder memory-metallisch betätigbare Lamelle (43) so angeordnet ist, dass die Lamelle den Auslass (25) bei Anlegen einer elektrischen Ruhespannung und/oder eines magnetischen Ruhefeldes und/oder einer Ruhetemperatur verschließt.

12. Additivzerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Lamelle (43) in eine den Auslass (25) verschließende Stellung vorgespannt ist.

13. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Druckmedium-Strömungskanal (10) eine Umlenkvorrichtung (32) vorgesehen ist, durch die an dem mindestens einen Auslass (25) ausgestoßene Additiv-Tropfen aus deren Ausstoßbahn heraus umgelenkt werden.

14. Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Additivzerstäubungsvorrichtung die Steuereinrichtung (21) enthält.

15. Fluidtechnische Einrichtung, beispielsweise in Gestalt eines Ventils oder eines Antriebes, der zumindest eine Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zugeordnet ist, wobei der Druckmedium-Strömungskanal (10) unmittelbar in der fluidtechnischen Einrichtung ausgebildet ist.

16. Fluidtechnische Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Additivzerstäubungsvorrichtung als Bestandteil der fluidtechnischen Einrichtung ausgebildet ist.

17. Aufbereitungseinheit, beispielsweise Öler, für ein gasförmiges Druckmedium, insbesondere für Druckluft, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufbereitungseinheit zumindest eine Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 aufweist.

18. Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) für eine Additivzerstäubungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, für eine fluidtechnische Einrichtung nach Anspruch 15 oder 16 oder für eine Aufbereitungseinheit nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) zumindest einen Einspritzkopf (22) aufweist, in dem der Additiv-Durchlasskanal (24) ausgebildet ist und der eine Anschlusspartie für zumindest einen auswechsel-

baren, zur Aufnahme eines Additivvorrates vorgesehnen kartuschenartigen Behälter (51) aufweist, der mit dem mindestens einen Einlass (26) des Additiv-Durchlasskanals (24) in Verbindung steht und dass der zumindest eine Einspritzkopf (22) eine Einspritzkopf-Anschlussseinrichtung (56) aufweist, über die der Einspritzkopf (22) mit dem Druckmedium-Strömungskanal (10) verbunden werden kann.

19. Verfahren zur Zerstäubung eines flüssigen Additivs, insbesondere eines Schmiermittels, in einem gasförmigen Druckmedium, insbesondere Druckluft, das einen Druckmedium-Strömungskanal (10) durchströmt, wobei das Additiv von einem Einlass (26) mindestens eines Additiv-Durchlasskanals (24) zur Einspeisung des Additivs aus einer Additiv-Versorgungseinrichtung (27, 28) zu einem in den Druckmedium-Strömungskanal (10) mündenden Auslass (25) gefördert wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Erfassungseinrichtung (17, 18) mindestens eine physikalische Größe in dem Druckmedium-Strömungskanal (10) ermittelt, dass die Erfassungseinrichtung (17, 18) die mindestens eine physikalische Größe über eine Meldeeinrichtung (19, 20) an eine Steuereinrichtung (21) meldet, dass in dem mindestens einen Additiv-Durchlasskanal (24) eine Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) Druckimpulse auf das Additiv ausübt, so dass Additiv-Tropfen an dem Auslass (25) ausgestoßen werden, und dass die Steuereinrichtung (21) in Abhängigkeit von der mindestens einen durch die Erfassungseinrichtung (17, 18) ermittelten physikalischen Größe die Druckerzeugungsvorrichtung (43, 47) steuert.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

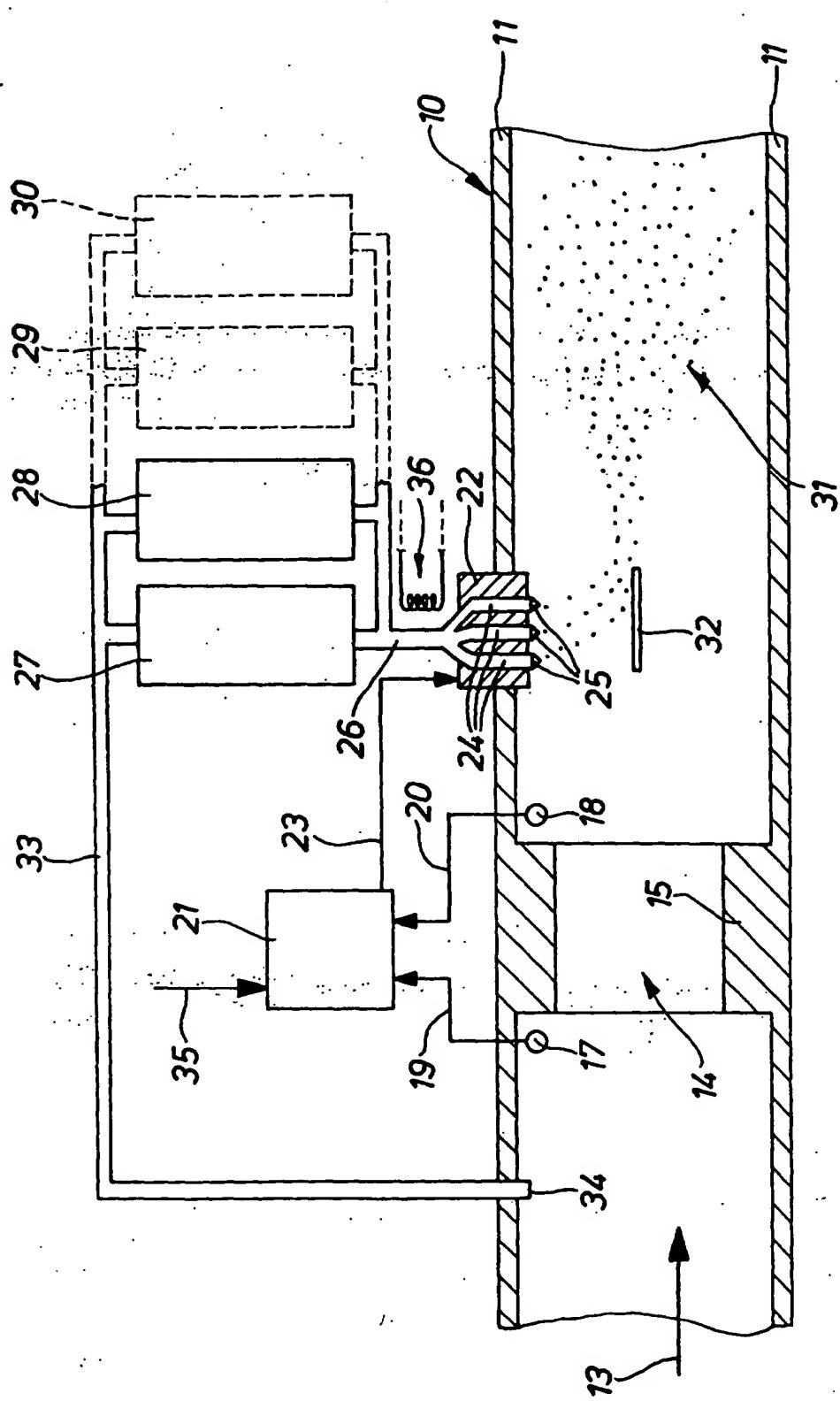


Fig. 1

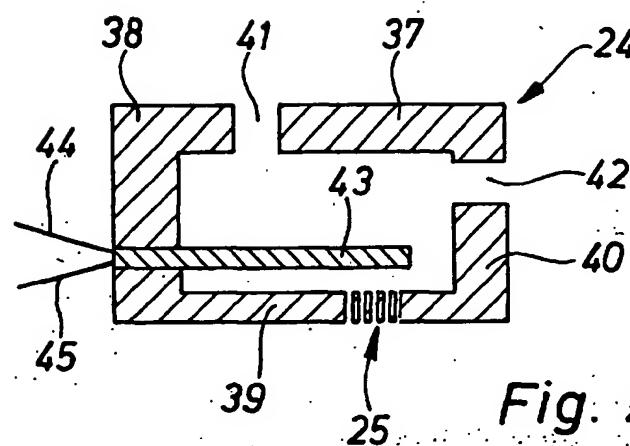


Fig. 2 A

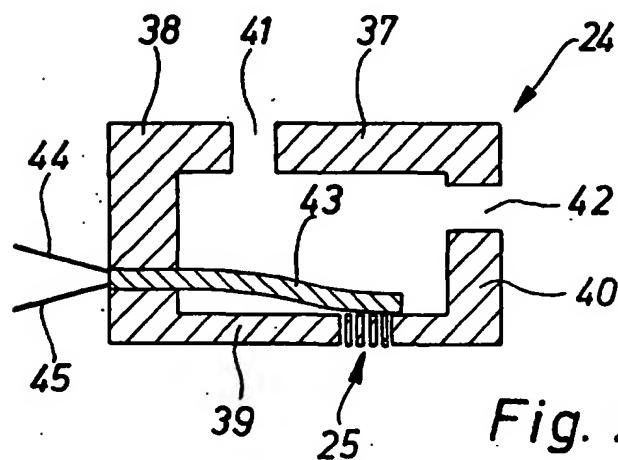


Fig. 2 B

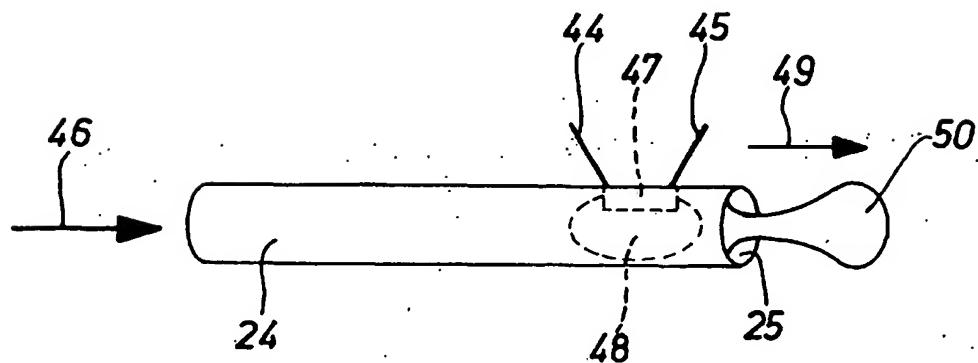


Fig. 3

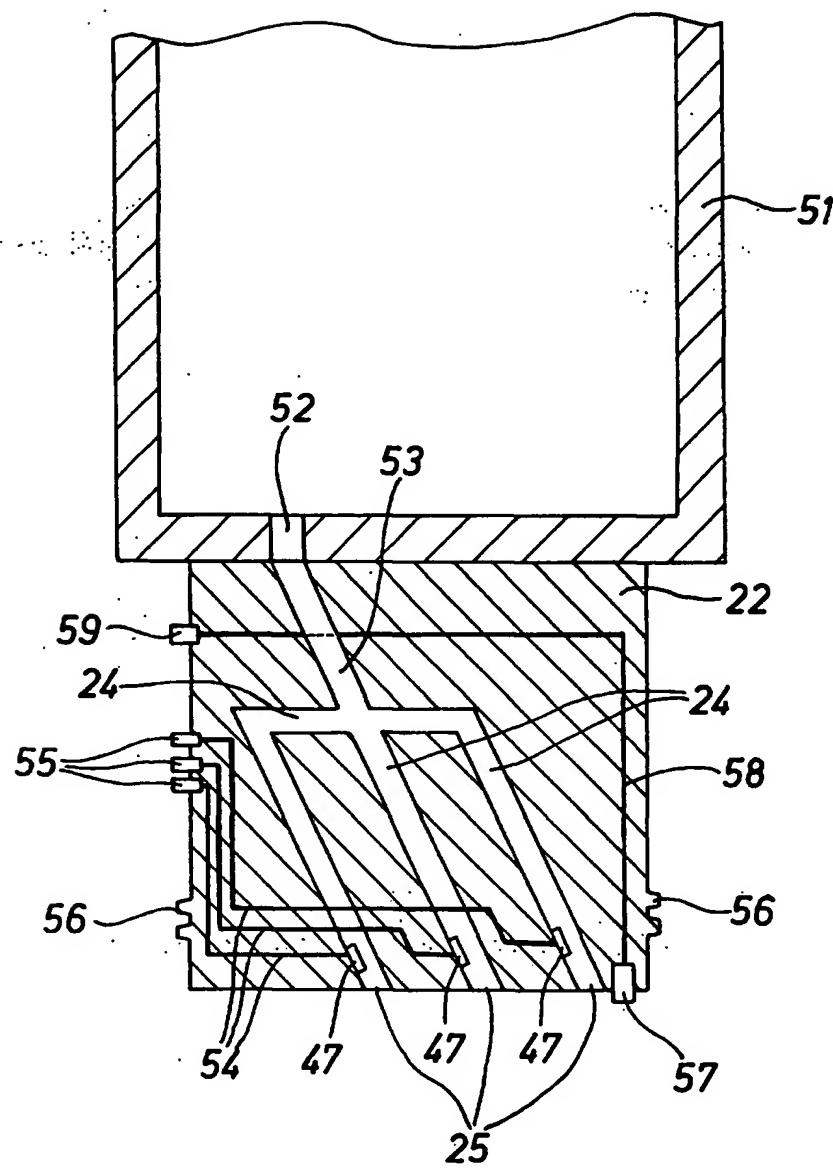


Fig. 4

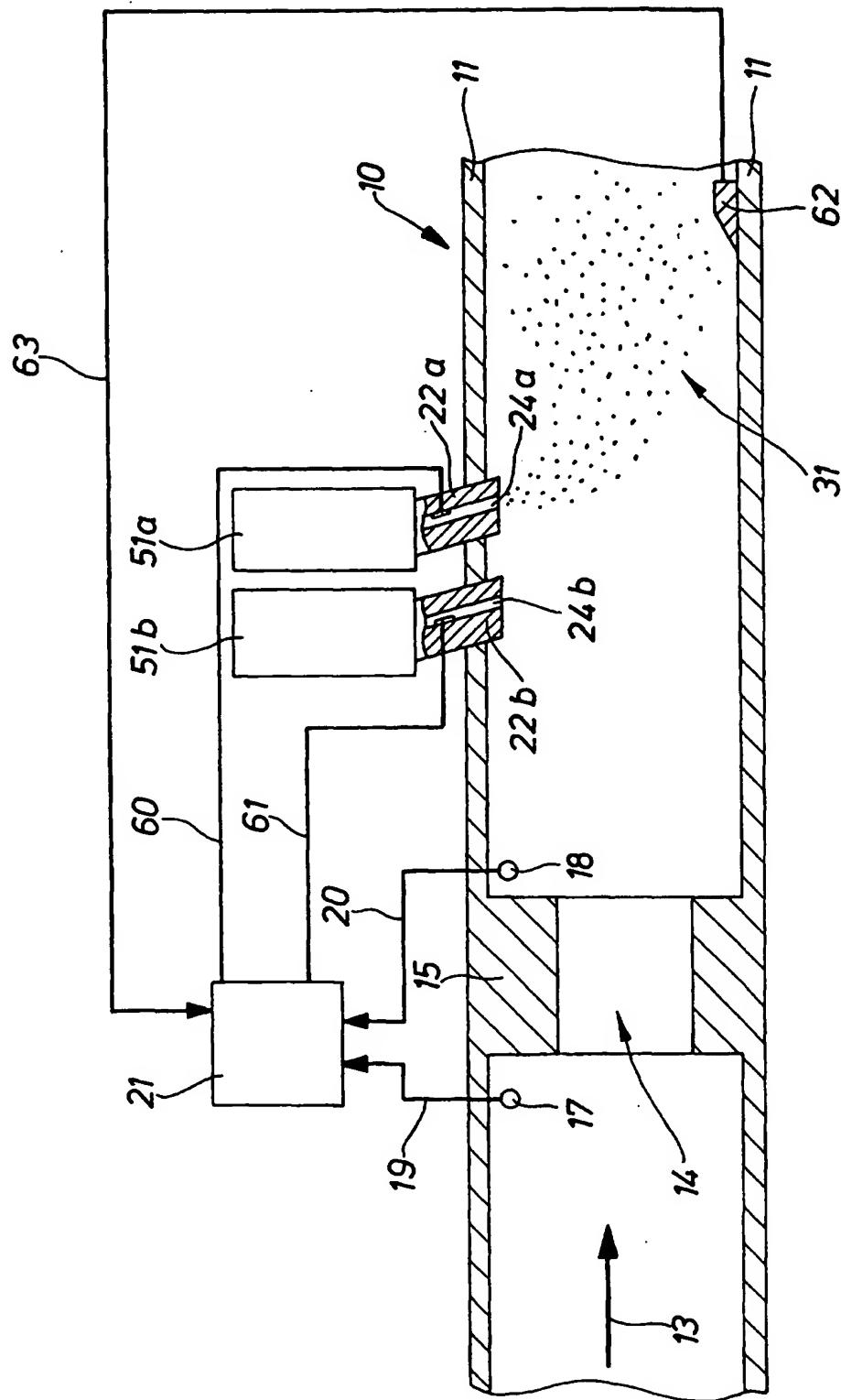


Fig. 5

```
*****  
*****  
#####  #### ##  
#  #  #  #  
#  #  ######  ##  ##  ##  ##  #####  ##  ##  
#  #  #####  #  #  #  #  #  #  #####  #  #  
#####  #  #  #####  #  #  #  #  #  #  #####  #  #  
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  
###  #  ###  ###  #####  ###  ###  #####  ###  
*****
```

```
*****  
*****  
#####  #### ##  
#  #  #  #  
#  #  ######  ##  ##  ##  ##  #####  ##  ##  
#  #  #####  #  #  #  #  #  #  #####  #  #  
#####  #  #  #####  #  #  #  #  #  #  #####  #  #  
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  
#  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  #  
###  #  ###  ###  #####  ###  ###  #####  ###  
*****
```

Print Job Information:

Date: 12/30/2004

Time: 2:54:16 PM

Job Number: 230